

## КРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА КОМПОЗИТНЫХ МУЛЬТИФЕРРОИКОВ

Калинкин Н.М.<sup>1\*</sup>, Сёмкин М.А.<sup>1</sup>, Селезнева Н.В.<sup>1</sup>, Карпова Т.С.<sup>2</sup>,  
Носов А.П.<sup>3</sup>, Пирогов А.Н.<sup>1,3</sup>

<sup>1)</sup> Уральский федеральный университет имени первого Президента России  
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

<sup>2)</sup> Институт химии твёрдого тела УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия

<sup>3)</sup> Институт физики металлов имени М.Н. Михеева УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [kanimi@yandex.ru](mailto:kanimi@yandex.ru)

## CRYSTAL STRUCTURE OF THE COMPOSITE MULTIFERROICS

Kalinkin N.M.<sup>1\*</sup>, Semkin M.A.<sup>1</sup>, Selezneva N.V.<sup>1</sup>, Karpova T.S.<sup>2</sup>,  
Nosov A.P.<sup>3</sup>, Pirogov A.N.<sup>1,3</sup>

<sup>1)</sup> Institute of Natural Sciences of the Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia

<sup>2)</sup> Institute of Solid State Chemistry of the Ural Branch of the RAS, Ekaterinburg, Russia

<sup>3)</sup> Institute of Metal Physics of the Ural Branch of the RAS, Ekaterinburg, Russia

The aim our work is to study the crystal structure of the  $(\text{NiFe}_2\text{O}_4)_x + (\text{BaTiO}_3)_{1-x}$  samples depend on concentration and explain the nature of very strong interaction between ferroelectric and magnetic subsystems in multiferroics.

Композитные мультиферроики можно получить, объединив ферромагнитный (в нашей работе, феррит  $\text{NiFe}_2\text{O}_4$ ) материал и ферроэлектрический (например,  $\text{BaTiO}_3$ ). Интерес к таким гетерогенным системам связан с наблюдаемым в них магнитоэлектрическим эффектом, значительно большим, чем в гомогенных мультиферроиках [1]. Магнитоэлектрический отклик таких материалов может найти практическое применение в различного рода датчиках, приборах спинтроники, например, для создания носителей информации в которых данные записаны как в виде магнитной, так и электрической поляризации.

Изучение структурного состояния композитных мультиферроиков важно для понимания природы возникновения магнитоэлектрического взаимодействия. Цель нашей работы состояла в установлении характера зависимости параметров кристаллической ячейки композитных мультиферроиков  $(\text{NiFe}_2\text{O}_4)_x + (\text{BaTiO}_3)_{1-x}$  от содержания ( $x = 0, 2; 0, 3; 0, 4$ ) феррита и титанита бария.

Образцы получены цитратным методом Печини. Термообработку проводили при  $1150^\circ\text{C}$  в течение четырех часов. Рентгенографические измерения выполнены на дифрактометре высокого разрешения (BRUKER, Advance D8). Расчет рентгенограмм проводился с применением полнопрофильного анализа Ритвельда в пакете программ Fullprof [2]. Кристаллическая структура  $\text{NiFe}_2\text{O}_4$  подсистемы хорошо описывается кубической пространственной группой  $Fd3M$ , в которой ионы никеля и железа занимают позиции  $8a$  и  $16d$ , а ионы кислорода на-

ходятся в узлах  $32e$ ; подсистеме  $\text{BaTiO}_3$  соответствует пространственная группа  $R4mm$ , ионы бария занимают позицию  $1a$ , ионы титана – позиция  $1b$  и ионы кислорода расположены в узлах  $1b$  и  $2c$ . С увеличением содержания ферромагнитной составляющей в образце наблюдается рост величины параметра элементарной ячейки с  $a=b=c=(8,3337\pm0,0003)\text{Å}$  для  $x=0,2$  до  $a=b=c=(8,3359\pm0,0008)\text{Å}$  для  $x=0,4$ . Однако, мы не обнаружили изменения параметров элементарной ячейки ферроэлектрической компоненты. Длина ребер элементарной ячейки титаната бария составила  $a=b=(3,9944\pm0,0002)\text{Å}$  и  $c=(4,0264\pm0,0002)\text{Å}$  во всех трех образцах. В работе [3] для аналогичных составов отмечается уменьшение диэлектрической постоянной ( $\epsilon$ ) на низких частотах с  $\sim 940$  для  $x=0,2$  до  $\sim 360$  при  $x=0,4$ . Можно предположить, что уменьшение  $\epsilon$  мультиферроиков  $(\text{NiFe}_2\text{O}_4)_x+(\text{BaTiO}_3)_{1-x}$  связано с увеличением концентрации ферромагнитной составляющей. Влияние параметров кристаллических структур на  $\epsilon$  не обнаружено.

*Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки РФ (госконтракт с Уральским федеральным университетом № 1362).*

1. Ortega N., Kumar A. et al., J. Phys.: Condens. Matter 27, 504002 (2015).
2. Rodriguez-Corvajal J., Phys. B. 192, 55 (1993).
3. Nosov A.P., Semkin M.A. et. al., Sol. Stat. Phenom. 233-234, 371 (2015).

## ФОТОЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ ОКСИНИТРИДА АЛЮМИНИЯ $\text{Al}_5\text{O}_6\text{N}$ , АКТИВИРОВАННОГО ИОНАМИ $\text{Eu}^{2+}$

Ягодин В.В.<sup>\*</sup>, Ищенко А.В.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина,  
г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [Viktor.V.Yagodin@gmail.com](mailto:Viktor.V.Yagodin@gmail.com)

## PHOTOLUMINESCENCE OF $\text{Eu}^{2+}$ -DOPED ALUMINUM OXYNITRIDE $\text{Al}_5\text{O}_6\text{N}$

Yagodin V.V.<sup>\*</sup>, Ishchenko A.V.

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

Aluminum oxynitride  $\text{Al}_5\text{O}_6\text{N}$  (ALON) doped with  $\text{Eu}^{2+}$  ions with spinel structure were prepared using sol-gel technique. Photoluminescence of samples with dopant concentrations 0, 0.05 and 0.5 at. % was measured. Processes of luminescence excitation and energy transfer were discussed.